

Penerapan Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Ruangan Berbasis IoT Untuk Optimalisasi Pengujian Di Laboratorium Riset UPT Laboratorium Sentral Universitas Andalas

Akmecia Risqa Apriani¹, Taufik Try Margani¹, Muldarisnur^{1*}

UPT Laboratorium Sentral Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manis, Padang, Sumatera Barat 25163

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 12 Oktober 2025
Direvisi: 2 Desember 2025
Diterima: 9 Januari 2026

Kata kunci:

DHT22
Internet of Things
Kelembaban
Laboratorium
Suhu

Keywords:

DHT22
Internet of Things
humidity
laboratory
temperature

Penulis Korespondensi:

Muldarisnur
Email: muldarisnur@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Kualitas hasil pengujian laboratorium sangat dipengaruhi oleh kondisi suhu dan kelembaban, sehingga pemantauan kedua parameter tersebut menjadi sangat penting untuk memastikan kesesuaian dengan standar ISO/IEC 17025:2017. Penelitian ini bertujuan membuat suatu sistem *monitoring* suhu dan kelembaban berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat di akses melalui *platform* Adafruit IO. Sistem dirancang menggunakan sensor DHT22 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban, dengan pengolahan data dilakukan oleh mikrokontroler ESP32 yang mengirimkan informasi secara *realtime* ke Adafruit IO. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu berfungsi dengan baik dalam merekam kondisi ruangan laboratorium dengan persentase kesalahan 1,873% untuk suhu dan 3,743% untuk kelembaban, serta ketepatan rata-rata mencapai 98,127% untuk suhu dan 96,257% untuk kelembaban. Selain itu, ESP32 berhasil mengirimkan data ke *dashboard* Adafruit IO serta mengaktifkan LED dan *buzzer* sebagai indikator peringatan ketika parameter melebihi ambang batas yang telah ditentukan.

The quality of laboratory test results is strongly influenced by temperature and humidity conditions, therefore monitoring these parameters is essential to ensure compliance with ISO/IEC 17025:2017 standards. This study aims to develop an Internet of Things (IoT)-based temperature and humidity monitoring system accessible via the Adafruit IO platform. The system is designed using a DHT22 sensor for temperature and humidity detection, with data processing carried out by the ESP32 microcontroller, which transmits the information in realtime to Adafruit IO. The experimental results indicate that the system performs reliably in recording laboratory room conditions, with an average measurement error of 1.873% for temperature and 3.743% for humidity, while the overall accuracy reached 98,127% for temperature and 96,257% for humidity. furthermore, the ESP32 successfully transmitted data to the Adafruit IO dashboard and activated the LED and buzzer as warning indicators when the measured values exceeded the predefined thresholds.

Copyright © 2026 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Laboratorium memiliki peran penting dalam mendukung kegiatan pendidikan, penelitian, dan pengabdian masyarakat. Pada skala laboratorium, pengendalian suhu dan kelembaban menjadi faktor yang sangat krusial karena kedua parameter ini secara langsung memengaruhi stabilitas instrumen, laju reaksi kimia, serta akurasi hasil pengujian (Jumaila & Maulida, 2018). Instrumen seperti Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), Raman Spectroscopy, Scanning Electron Microscope (SEM), serta berbagai mikroskop berbasis optik sangat rentan mengalami drift, noise, atau kerusakan komponen apabila beroperasi pada kondisi lingkungan yang tidak stabil. Beberapa studi menunjukkan bahwa perubahan kecil suhu dan kelembaban dapat meningkatkan error pengukuran dan menurunkan presisi instrumen laboratorium (Jumaila & Maulida, 2018). Kestabilan suhu dan kelembaban perlu dijaga mengingat banyak bahan kimia dan instrumen laboratorium yang peka terhadap perubahan kondisi tersebut (Yunita & Awaludin, 2020). Dua Parameter ini harus di pantau, dikendalikan, dan direkam sesuai standar agar data valid serta dapat dimanfaatkan kembali sewaktu-waktu (Jumaila & Maulida, 2017). Meskipun demikian, banyak laboratorium pendidikan dan riset di Indonesia masih melakukan pemantauan lingkungan secara manual, sehingga potensi bias, ketidakteraturan pencatatan, dan tidak tersedianya data historis menjadi gap penting yang belum banyak terselesaikan.

Beberapa penelitian telah mengembangkan sistem monitoring suhu dan kelembaban berbasis IoT, sebagian besar studi masih berfokus pada lingkungan umum seperti rumah, gudang, atau pertanian, bukan pada laboratorium yang memiliki tuntutan akurasi dan kestabilan lingkungan yang lebih ketat. Selain itu, banyak sistem IoT yang dikembangkan tidak menyediakan fungsi pencatatan data jangka panjang, tidak memiliki sinkronisasi waktu yang presisi. Kekurangan ini menciptakan research gap berupa kebutuhan akan sistem monitoring yang tidak hanya mampu mengukur suhu dan kelembaban, tetapi juga merekam data secara kontinu, terintegrasi dengan cloud, dan memiliki akurasi sensor yang dapat dipertanggungjawabkan untuk kondisi laboratorium.

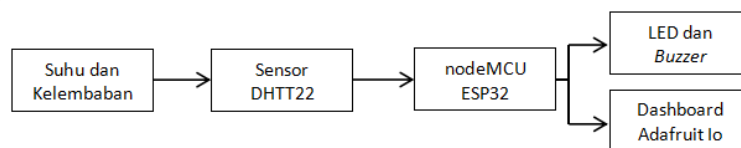
Beberapa penelitian monitoring suhu dan kelembaban telah dilakukan, namun masih terdapat sejumlah keterbatasan. Aryanto dan Atmojo (2023) menggunakan sensor DHT11 sebagai komponen utama pengukuran suhu dan kelembaban, yang memiliki keterbatasan dari sisi resolusi dan akurasi sehingga kurang ideal untuk lingkungan laboratorium yang menuntut ketelitian dan stabilitas pengukuran. Zuhri dkk. (2021) telah menggunakan sensor DHT22 yang memiliki akurasi lebih baik dibandingkan DHT11, namun sistem yang dikembangkan masih memiliki keterbatasan dari sisi efisiensi arsitektur perangkat keras. Penggunaan dua mikrokontroler, yaitu Arduino Uno R3 dan NodeMCU, dalam satu sistem menyebabkan kompleksitas rangkaian meningkat, konsumsi daya lebih besar, serta berpotensi menimbulkan latensi komunikasi antarperangkat. Selain itu, konfigurasi tersebut juga berdampak pada meningkatnya biaya implementasi dan perawatan sistem, sehingga kurang optimal untuk diterapkan secara luas di lingkungan laboratorium yang membutuhkan solusi monitoring yang sederhana, hemat energi, dan mudah direplikasi. Sudaryanto dkk. (2022) menerapkan protokol Constrained Application Protocol (CoAP) dalam sistem monitoring lingkungan, namun masih menggunakan sensor DHT11 dengan akurasi terbatas, akses data yang hanya tersedia melalui browser, serta tanpa dukungan penyimpanan data historis, sehingga belum mendukung analisis tren lingkungan jangka panjang.

Berdasarkan berbagai keterbatasan tersebut, penelitian ini dikembangkan menggunakan metode rekayasa, yang menitikberatkan pada perancangan, pembuatan, dan pengujian sistem monitoring suhu dan kelembaban berbasis IoT secara terintegrasi. Sistem yang telah dibuat memanfaatkan sensor DHT22 sebagai sensor utama dengan tingkat akurasi yang lebih baik, serta mengintegrasikan seluruh fungsi pengukuran, pemrosesan data, dan komunikasi jaringan ke dalam satu mikrokontroler NodeMCU ESP32 untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem. Dilengkapi dengan buzzer dan LED pada alat yang di buat sebagai penanda ketika suhu dan kelembaban tidak berada pada rentang stabil. Selain itu, integrasi dengan platform IoT berbasis cloud memungkinkan pemantauan kondisi laboratorium secara real-time, fleksibel, serta mendukung penyimpanan data historis secara berkelanjutan. Dengan pendekatan ini, penelitian yang dilakukan tidak hanya mengatasi keterbatasan penelitian sebelumnya, tetapi juga menawarkan solusi monitoring lingkungan laboratorium yang lebih akurat, efisien, dan aplikatif untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis data.

II. METODE

2.1 Perancangan Diagram Blok Sistem

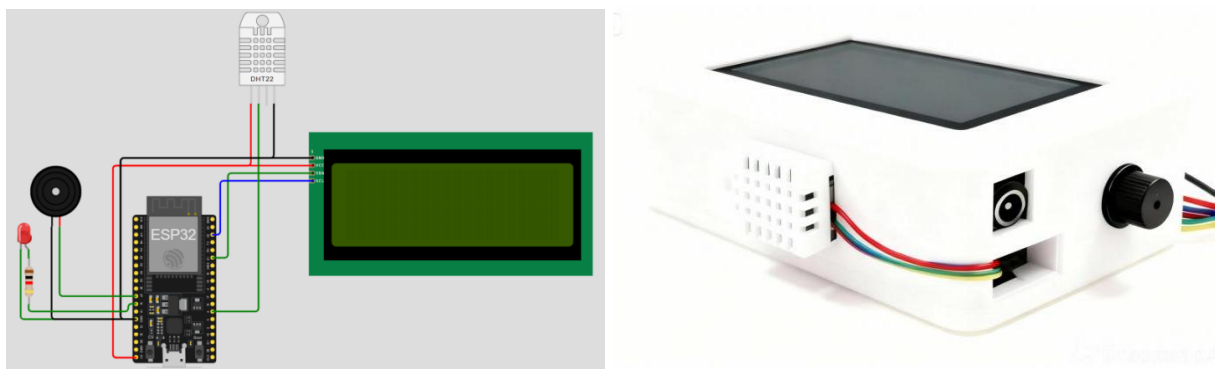
Perancangan diagram blok sistem merupakan ilustrasi umum yang menampilkan susunan serta hubungna antar komponen yang saling berinteraksi didalam sistem. Gambaran ini ditunjukkan pada Gambar 1, yang menjelaskan keterpaduan tiga bagian utama yaitu input, proses, dan output. Sensor DHT22 mengukur suhu serta kelembaban, kemudian data dikirim ke mikrokontroler NodeMCU ESP32 untuk diolah sesuai instruksi program sebelum ditampilkan pada *platform web* Adafruit IO. Paradigma *Internet of Things* (IoT) memungkinkan integrasi perangkat secara berkelanjutan sehingga sistem lebih terhubung, mudah diakses, dan adaptif, yang melahirkan konsep *smart city*, *smart home*, dan *smart object* (Mishra dkk. 2022). Diagram Blok sistem dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Blok Sistem

2.2 Perancangan Perangkat Keras Sistem

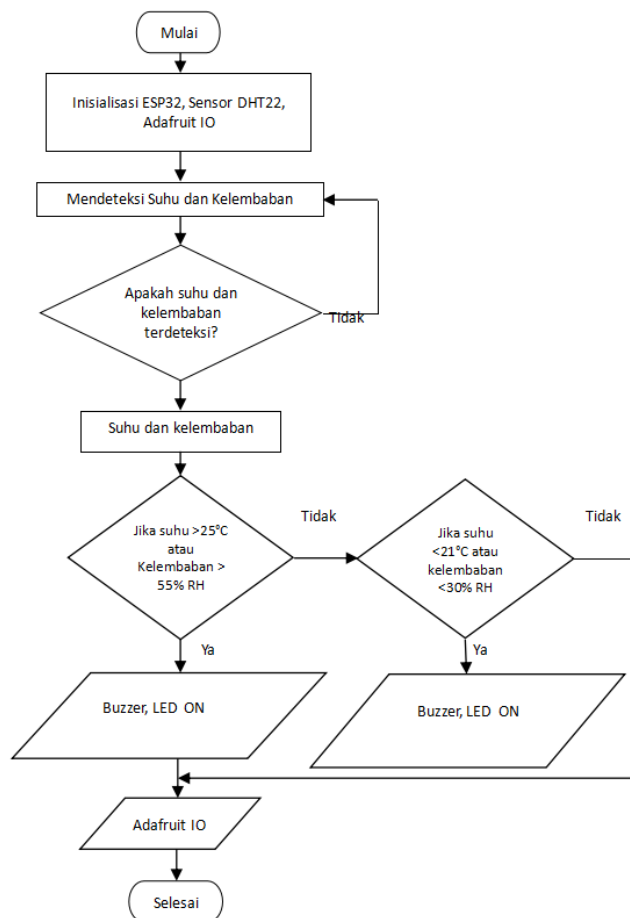
Perancangan perangkat keras menggambarkan keterhubungan komponen utama dalam sistem. Mikrokontroler berfungsi sebagai pusat pengendali yang mampu mengeksekusi instruksi secara otomatis dan *realtime*, sehingga relevan untuk pengembangan IoT (Apriani & Yohandri, 2023). ESP32 dipilih karena menyediakan konektivitas Wi-Fi dan *Bluetooth*, prosesor *dual-core*, efisiensi daya, serta fitur keamanan data (El-Khozondar dkk, 2024). Komponen yang digunakan dalam rancangan ini mencakup nodeMCU ESP32 sebagai pengendali utama, sensor DHT22 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban, serta perangkat pendukung berupa LCD, *buzzer*, LED. perancangan perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perancangan Perangkat Keras Sistem

2.3 Perancangan Perangkat Lunak Sistem

Perangkat lunak sistem ini dirancang menggunakan Arduino IDE untuk mendeteksi suhu dan kelembaban laboratorium. Alur kerja dimulai dari inisialisasi pin, pembacaan sensor, hingga pengiriman data ke *dashboard* Adafruit IO. Selain itu, LED, dan *buzzer* diintegrasikan sebagai penanda kondisi tanpa harus mengakses *dahsboard*. Diagram alir dari sistem monitoring suhu dan kelembaban dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Perangkat Lunak Sistem

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Tampilan Perangkat Sistem *Monitoring Suhu dan Kelembaban*

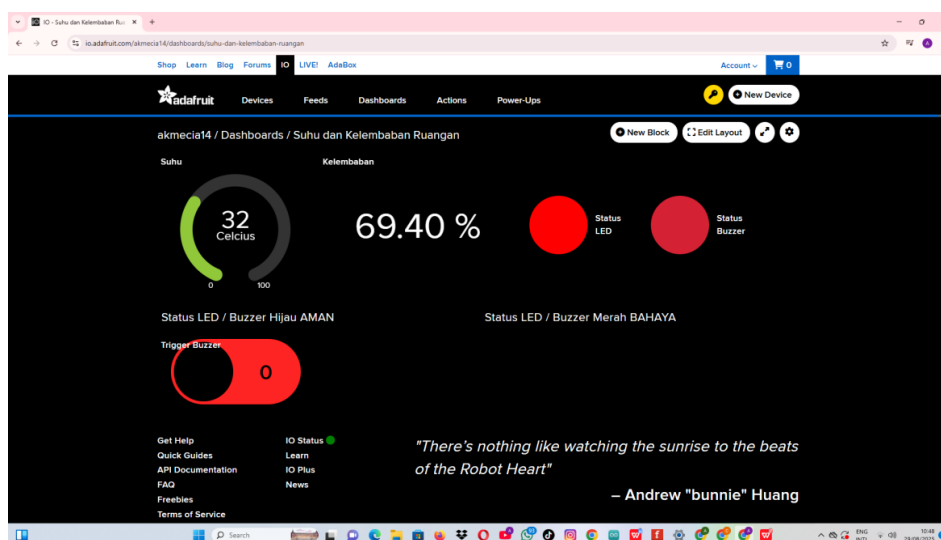
Perangkat keras sistem *monitoring* suhu dan kelembaban ditempatkan dalam *box* pelindung untuk menjaga kerapian, keamanan, dan kemudahan penggunaan. Modul LCD 16x4 menampilkan data secara *realtime* sedangkan sensor DHT22 dipasang disisi *box* untuk mendeteksi kondisi udara. Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali bersama *buzzer* dan LED indikator. Desain ini menjadikan perangkat ringkas, praktis, dan terlindungi dari pengaruh luar. Perangkat keras dari sistem *monitoring* suhu dan kelembaban ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Fisik Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban

Berdasarkan Gambar 4, tata letak setiap komponen dirancang dengan pertimbangan fungsionalitas dan akurasi pengukuran, dimana sensor DHT22 ditempatkan di luar *box* agar tidak

terpengaruh panas internal, sedangkan ESP32, LED, dan *buzzer* ditempatkan di dalam *box* untuk perlindungan fisik, sekaligus menjaga kerapian sistem. Data hasil pengukuran ditampilkan secara lokal melalui LCD dan secara jarak jauh melalui Adafruit IO yang menampilkan suhu, kelembaban, serta status LED dan *buzzer* secara *realtime*. *Dashboard* ini dilengkapi grafik dan indikator visual yang memudahkan interpretasi kondisi ruangan, sehingga sistem monitoring memiliki tampilan ringkas, andal, serta mampu merealisasikan konsep *Internet of Things* (IoT) dalam pemantauan lingkungan laboratorium. Tampilan lengkap *dashboard* Adafruit IO pada sistem *monitoring* suhu dan kelembaban ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan *Dashboard* Adafruit IO Sistem *Monitoring* Suhu dan Kelembaban Ruangan

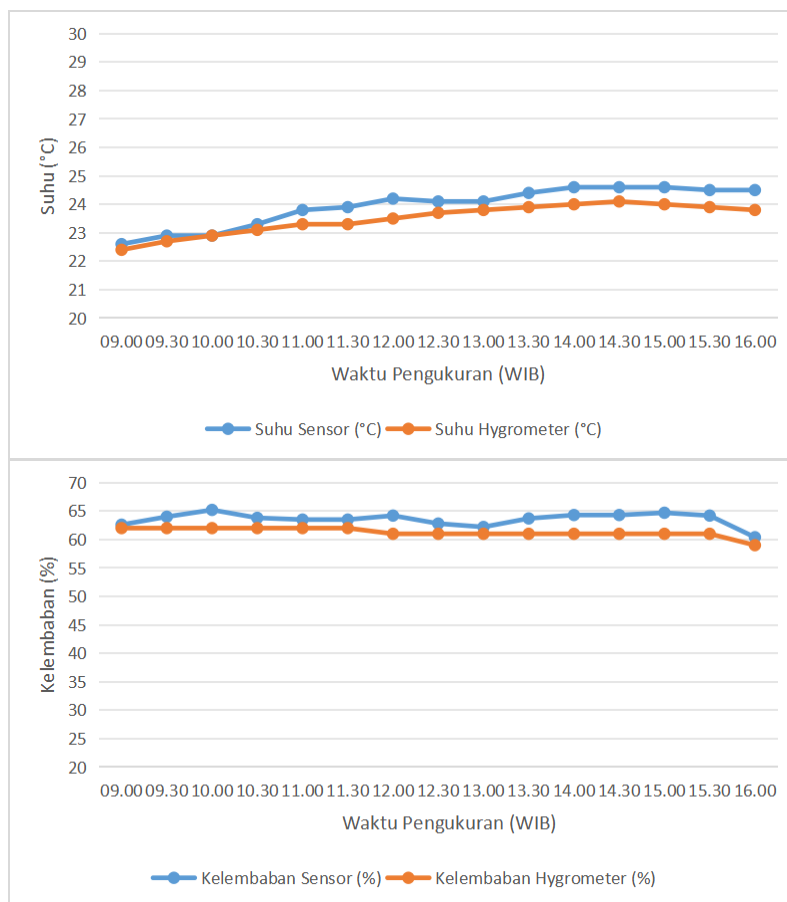
Pada Gambar 5 diperlihatkan bahwa suhu ruangan tercatat 32 °C dengan kelembaban relatif 69,40 %. Nilai ini jelas melebihi standar kondisi optimal laboratorium, yang menurut ISO/IEC 17025:2017 serta pedoman FDA berada pada rentang 21-25 °C untuk suhu dan 30-55 % untuk kelembaban (ISO/IEC, 2017; FDA, 2019; Advisera, 2020; Dadao Energi, 2025). Kondisi ini memicu aktifnya LED merah dan *buzzer* sebagai peringatan bahaya, menandakan sistem bekerja sesuai rancangan. Dengan demikian *dashboard* Adafruit IO berfungsi tidak hanya sebagai penyaji data, tetapi juga sebagai pemantau cerdas dan peringatan dini untuk menjaga stabilitas laboratorium.

3.2 Karakterisasi Sensor DHT22

Sensor DHT22 merupakan sensor digital yang banyak digunakan dalam sistem pemantauan suhu dan kelembaban karena harganya relatif terjangkau, konsumsi daya rendah, dan kemampuan untuk langsung terhubung dengan mikrokontroler tanpa rangkaian tambahan. Sensor ini memiliki rentang pengukuran suhu -40 °C hingga 80 °C dan tingkat akurasi $\pm 0,5$ °C, serta kelembaban 0-100 % dengan akurasi $\pm 2-5$ % (Ribeiro dkk, 2021). Karakterisasi sensor DHT22 dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap alat referensi berupa *hygrometer*. Hasil karakterisasi ditunjukkan pada Tabel 1, dimana perbandingan nilai antara sensor dan alat pembanding memperlihatkan akurasi yang cukup baik. Pada pengukuran suhu diperoleh tingkat kesalahan sebesar 1,873% sedangkan pada pengukuran kelembaban tingkat kesalahannya juga sebesar 3,743%. kedua nilai tersebut masih berada dalam batas toleransi kesalahan sebesar 5% yang diperbolehkan, sehingga sensor DHT22 dinyatakan layak digukan untuk pengukuran suhu dan kelembaban. Karakterisasi sensor DHT22 dapat dilihat pada Gambar 6.

Gambar 6 (a) dan (b), menyajikan hasil karakterisasi sensor DHT22 melalui perbandingan dengan alat standar berupa *hygrometer*. Pengukuran dilakukan setiap 30 menit sejak pukul 09.00 hingga 16.00 WIB di laboratorium, dengan parameter yang diuji meliputi suhu dan kelembaban udara. Hasil menunjukkan bahwa suhu yang terdeteksi sensor berada pada kisaran 22,6 °C hingga 24,6 °C, sedangkan *hygrometer* mencatat suhu antara 22,4 °C hingga 24,1 °C. Rata-rata suhu yang terukur sensor adalah 23,933 °C, sedikit lebih tinggi dibandingkan rata-rata *hygrometer* yaitu 23,493 °C. Tingkat kesalahan rata-rata pada pengukuran suhu tercatat sebesar 1,873% untuk suhu. Pada parameter kelembaban, sensor mencatat nilai antara 60,4% hingga 65,2%, sedangkan *hygrometer* menunjukkan

rentang 59% hingga 62%. Rata-rata kelembaban yang terukur sensor adalah 63,56%, lebih tinggi dibandingkan hasil *hygrometer* sebesar 61,266%. Persentase kesalahan rata-rata pada pengukuran kelembaban adalah 3,743%, yang masih berada dalam batas toleransi kesalahan pengukuran 5%. Hasil ini menegaskan bahwa sensor DHT22 layak digunakan untuk pemantauan suhu dan kelembaban ruangan laboratorium, karena mampu menghasilkan data yang konsisten serta dapat dibandingkan dengan alat standar.



Gambar 6 (a) Grafik perbandingan suhu sistem monitoring dengan alat standar (b) Grafik perbandingan kelembaban sistem monitoring dengan alat standar

3.3 Ketepatan

Dalam kajian metrologi, ketepatan pengukuran didefinisikan sebagai kedekatan nilai hasil pengukuran terhadap nilai sejatinya, sedangkan ketelitian berkaitan dengan tingkat konsistensi hasil pengukuran yang diperoleh secara berulang, yang umumnya dianalisis melalui parameter statistik seperti simpangan baku atau varians (JCGM, 2012). Oleh karena itu, evaluasi kinerja sistem monitoring suhu dan kelembaban tidak hanya menekankan pada kemampuan pembacaan data, tetapi juga pada tingkat ketepatan dan ketelitiannya. Ketepatan pengukuran suatu perangkat dapat ditentukan melalui proses uji banding, yaitu dengan membandingkan data yang dihasilkan oleh sistem monitoring dengan data acuan yang diperoleh dari alat ukur standar yang telah digunakan secara rutin di laboratorium.

Pada penelitian ini, pengambilan data suhu dan kelembaban dilakukan secara simultan antara sistem monitoring yang dikembangkan dan hygrometer sebagai alat standar yang tersedia di Laboratorium Riset UPT Laboratorium Sentral Universitas Andalas. Kedua perangkat ditempatkan berdampingan pada lokasi dan kondisi lingkungan yang sama untuk meminimalkan pengaruh faktor eksternal terhadap hasil pengukuran. Proses pengambilan data berlangsung selama 7 jam dengan interval pencatatan setiap 30 menit, sehingga diperoleh data pengukuran yang representatif untuk dianalisis. Hasil perbandingan data suhu dan kelembaban antara sistem monitoring dan alat standar selanjutnya digunakan untuk mengevaluasi tingkat ketepatan dan kestabilan pengukuran sistem yang dikembangkan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6

Gambar 6 (a) dan (b), menampilkan hasil uji sistem monitoring suhu dan kelembaban yang dilaksanakan pada Laboratorium Analisis Kimia dan Fisika (Ruang AAS) tanggal 3 September 2025 dengan membandingkan data suhu dari sensor terhadap alat standar berupa *hygrometer*. Pengukuran dilakukan setiap 30 menit mulai pukul 09.00 hingga 16.00 WIB. Sensor mencatat suhu dalam kisaran 22,6 °C hingga 24,6 °C, sementara *hygrometer* menunjukkan rentang 22,4 °C hingga 24,1 °C. Selisih hasil pengukuran tersebut ditunjukkan melalui persentase kesalahan, dengan nilai minimum 0% pada pukul 10.00 WIB dan maksimum 2,979% pada pukul 12.00 WIB. Secara keseluruhan, rata-rata error tercatat sebesar 1,873 %, sedangkan tingkat ketepatan rata-rata mencapai 98,127 %. Sensor mencatat kelembaban dalam kisaran 60,4% hingga 65,2%, sementara *hygrometer* menunjukkan rentang 59% hingga 62%. Selisih hasil pengukuran tersebut ditunjukkan melalui persentase kesalahan, dengan nilai minimum 0,968% pada pukul 09.00 WIB dan maksimum 6,066% pada pukul 15.00 WIB. Secara keseluruhan, rata-rata error kelembaban tercatat sebesar 3,743 %, sedangkan tingkat ketepatan rata-rata mencapai 96,257 %. Nilai tersebut masih berada dalam ambang toleransi kesalahan 5%, sehingga sensor DHT22 terbukti memiliki kinerja yang andal dalam mengukur suhu ruangan. Dengan demikian, sistem *monitoring* berbasis ESP32 dan DHT22 dapat menghasilkan data yang akurat dan konsisten.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian penerapan sistem *monitoring* suhu dan kelembaban ruangan berbasis IoT untuk optimalisasi pengujian di Laboratorium Riset UPT Laboratorium Sentral Universitas Andalas ini dapat bekerja dengan baik untuk *memonitor* suhu dan kelembaban ruangan. Karakteristik sensor DHT22 menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik dengan rata-rata pengukuran suhu 23,933°C dan rata-rata pengukuran kelembaban 63,56%. Persentase ketepatan pengukuran suhu 98,127% dan kelembaban 96,257%. Sistem ini juga mampu memberikan hasil *monitoring* suhu dan kelembaban yang ditampilkan pada 2 tampilan yaitu layar LCD dan *web* Adafruit IO, beserta adanya LED, dan peringatan melalui *buzzer* jika kondisi tidak sesuai dengan rentang yang telah ditetapkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis sampaikan kepada Lembaga LPPM Universitas Andalas yang telah membiayai penelitian penulis dengan nomor kontrak : 470/UN16.19/PT.01.03/PKTIK/2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Advisera. (2020). ISO 17025 laboratory environmental conditions: temperature, humidity, vibration, dust. Advisera, Skopje.
- Apriani, A.R., &Yohandri. (2023). Design and Development of Inorganic Fertilizer Packaging System with IoT-Based Tally Counter. *Journal of Experimental and Applied Physics*, 1(1), 1-11. P-ISSN: 2988-0378, E-ISSN: 2987-9256. <https://doi.org/10.24036/jeap.v1i1.1>
- Aryanto, I. K. A. A., & Atmojo, Y.P. (2023). Sistem Pemantauan Suhu dan Kelembaban pada Laboratorium Berbasis Web dengan Konsep IoT. *Jurnal Sistem dan Informatika (JSI)*, 17(2), 111-120. P-ISSN: 1858-473X, E-ISSN: 2460-3732. <https://doi.org/10.30864/jsi.v17i2.588>
- Dadao Energy. (2025). Standard temperature and humidity in laboratory. Dadao Energy, Shanghai.
- El-Khozondar, H. J., Mtair, S. Y., Qoffa, K. O., Qasem, O. I., Munyarawi, A. H., Nassar, Y. F., Bayoumi, E. H. E., & Abd El Halim, A. A. B. E. (2024). A smart energy monitoring system using ESP32 microcontroller. *e-Prime - Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy*, 9, 100310. <https://doi.org/10.1016/j.prime.2024.100310>
- FDA. (2019). Guidance for industry: Control of laboratory environmental conditions. U.S. Food and Drug Administration, Maryland.
- ISO/IEC. (2017). ISO/IEC 17025:2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. International Organization for Standardization, Geneva.
- JCGM. (2012). International Vocabulary of Metrology - Basic and General Concepts and Associated Term (VIM) (Edisi ke-3). Joint Committee for Guides in Metrology.

- Jumaila, S.I., & Maulida, S. (2017). Pemantauan Suhu dan Kelembaban di Laboratorium Kalibrasi Tekanan dan Volume Berbasis Web Secara Real Time. *Jurnal Otomasi dan Kontrol Instrumen*, 9(1): 9-19. ISSN 2085-2517. DOI: 10.5614/joki.2017.9.1.2
- Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. (2024). Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 145 Tahun 2014 tentang Petunjuk Teknis Jabatan Fungsional Pranata Laboratorium Pendidikan dan Angka Kreditnya. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Mishra, D., Yadav, P., Yadav, V., Srivastava, R., Agrawal, K.K., & Yadav, R.S. (2021). Adafruit IO Based Smart Irrigation System Using MQTT Protocol for Urban Farming. *Material Today: Proceedings*, 49(6), 140-145. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.643>
- Rangan, A.Y., Yusnita, A., & Awaludin, M. (2020). Sistem Monitoring Berbasis Internet of Things pada Suhu dan Kelembaban Udara di Laboratorium Kimia XYZ. *Jurnal E-KOMTEK (Elektro-Komputer-Teknik)*, 4(2): 168-183. P-ISSN 2580-3719, E-ISSN 2622-3066. DOI: 10.37339/e-komtek.v4i2.404.
- Ribeiro, R.R., Bauer, E., & Lameiras R. (2021). HigoTerm: an Open-Source and Low-Cost Temperature and Humidity Monitoring System for Laboratory Applications. *Inventions*. DOI: 10.3390/inventions6040084.
- Sudaryanto, E., Suryanto, A., & Pramono, S.A. (2022). Penerapan Sistem Pemantauan Kelembaban dan Suhu Laboratorium dengan Metode Constrained Application Protocol (CoAP). *Teodolita: Media Komunikasi Ilmiah Dibidang Teknik*, 23(1), 56-61. P-ISSN: 1411-1586, E-ISSN: 2722-6204. <https://doi.org/10.53810/jt.v23i1.439>
- Zuhri, K., Ihkwan, A., & Fahurian, F. (2021). Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Ruang Penyimpanan Roti Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal teknologi dan Informatika (JEDA)*, 2(1), 1-12. ISSN: 2745-8911. DOI: 10.57084/jeda.v2i1.978